

PENGUNAAN CANGKANG UDANG SEBAGAI BIOKOAGULAN UNTUK MENURUNKAN KADAR TSS, KEKERUHAN DAN FOSFAT PADA AIR LIMBAH USAHA LAUNDRY

Aditya Pratama^{*)}, Irawan Wisnu Wardhana^{**)}, Endro Sutrisno^{**)}

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
email: a.pratama1217@gmail.com

Abstrak

Udang merupakan hewan yang kaya akan protein. Kulit udang pun juga memiliki protein yang tinggi di dalamnya, dimana kulit udang mampu berperan sebagai polielektrolit alami yang berfungsi mirip dengan koagulan sintetik (Hendrawati, 2013). Kulit udang merupakan limbah dalam industri pengolahan udang yang persentasenya mencapai 30-70% (Agustin, 1994). Secara umum kulit udang mengandung protein 25-40%, kalsium karbonat 45-50% dan kitin 15-20%, namun besarnya kandungan tersebut masih tergantung pada jenis udang dan tempat hidupnya (Hamsina, et al., 2002). Dalam kulit udang terdapat kandungan kitin yang menjadi bahan utama pembuatan kitosan. Penelitian mengenai tepung kulit udang sebagai koagulan alternatif ini merupakan kajian terhadap dosis optimum untuk menurunkan konsentrasi TSS, Kekerusuhan dan Fosfat pada air limbah kegiatan jasa cuci pakaian. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh koagulan cangkang udang pada variasi dosis tertentu untuk menurunkan konsentrasi TSS, kekeruhan dan fosfat pada air limbah laundry melalui prosedur jar test. Variable bebas penelitian adalah dosis koagulan 100 mg/L, 150 mg/L, 200 mg/L, 250 mg/L, 300 mg/L, 350 mg/L dan 400 mg/L untuk setiap 1000 ml sampel limbah. Kecepatan pengadukan ditetapkan pada 150 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat 60 rpm selama 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimum biokoagulan ini adalah 250 mg/L untuk parameter TSS dengan efisiensi 74.05%, 250 mg/L untuk parameter kekeruhan dengan efisiensi 74.81% dan 250 mg/L untuk parameter fosfat dengan efisiensi 83.1%.

Kata kunci : cangkang udang, TSS, Kekerusuhan, fosfat, dosis optimum, jar test, limbah laundry

Abstract

[Shrimp Shell Utilization as Bio Coagulant for TSS, Turbidity, and Phosphate Degradation of Laundry Wastewater]

Shrimp are animal that rich in protein. Shrimp shell also have high protein content, which may act as natural polyelectrolytes that work similar to synthetic coagulant (Hendrawati, 2013). Portions of shell waste that comes from shrimp processing industry are 30 – 70 % (Agustin, 1994). Generally, shrimp shell consist of 25 – 40 % protein, 45 – 50 % calcium carbonate, and 15 – 20 % chitin, while these content are depend on the types and living environment of shrimp (Hamsina, et al., 2002). Chitin that found in shrimp shell is main ingredient to produce chitosan. This study is a research to determine the optimum dose of shrimp shell powder, as an alternative coagulant, to reduce the concentration of TSS, turbidity, and phosphate in laundry wastewater. The research is conducted to investigate dose variability effect of shrimp shell coagulant to reduce the concentration of TSS, turbidity, and phosphate in laundry wastewater, through jar test procedure. The independent variables are coagulant doses: 100; 150; 200; 250; 300; 350; and 400 mg/l per 1000 ml wastewater sample. Stirring speed is set at 150 rpm for 2 minutes, and at 60 rpm for 15 minutes. The result shows that the optimum dose for this natural coagulant is 250 mg/l, to remove TSS at 74,05% efficiency; turbidity at 74,81% efficiency; and phosphate at 83,01% efficiency.

Keywords: shrimp shell, TSS, turbidity, phosphate, optimum dose, jar test, laundry wastewater

1. Pendahuluan

Masyarakat di kota-kota besar cenderung memiliki jam kerja dan aktivitas yang tinggi sehari-

harinya. Pola hidup yang sibuk ini bisa menyebabkan kurangnya waktu bagi masyarakat tersebut untuk mengurus rumah tangganya, sehingga mereka

cenderung menggunakan layanan jasa rumah tangga, yang salah satunya adalah jasa cuci pakaian (*laundry*). Adanya peningkatan permintaan atas jasa ini menyebabkan usaha *laundry* berkembang pesat secara jumlah, yang sayangnya diikuti pula oleh peningkatan limbah cair hasil pencucian pakaian. Limbah *laundry* dapat mencemari badan air dan tanah apabila dibuang langsung ke lingkungan, tanpa mendapatkan pengolahan yang tepat (Dessy, 2008).

Deterjen merupakan suatu derivat zat organik dimana akumulasinya akan menyebabkan meningkatnya kandungan organik dalam air limbah *laundry*. Limbah dengan kandungan organik yang secara kontinyu mencemari badan air akan menimbulkan dampak negatif, seperti bau busuk, sarang sumber penyakit perairan, dan kualitas badan air yang tidak sesuai dengan peruntukannya (Said dalam Adillah, 2012). Uji TSS berguna untuk menentukan residu tersuspensi yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah secara gravimetri. Zat yang dominan terkandung dalam deterjen adalah *polyphosphate* yang berfungsi sebagai *builder* dan surfaktan, sehingga limbah *laundry* ini pun mengandung fosfat (HERA dalam Wardhana, 2014). Fosfat sebagai elemen kunci nutrisi utama tanaman, jika jumlahnya berlebihan, maka akan mempercepat proses eutrofikasi yang menghasilkan fenomena *blooming* alga dan tumbuhan air seperti eceng gondok sehingga menghabiskan oksigen dalam air dan mengganggu ekosistem perairan tersebut (Rosariawari, 2010). Kekeruhan merupakan intensitas kegelapan di dalam air yang disebabkan oleh adanya partikel-partikel tersuspensi seperti tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik terlarut. Kekeruhan perairan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat didalam air (Ristiati, 2007). Salah satu alternatif pengolahan limbah cair yang umum dikenal adalah pengolahan dengan prinsip koagulasi-flokulasi, dimana penggunaan biokoagulan bisa menjadi pilihan untuk menurunkan TSS, kekeruhan dan fosfat yang terkandung dalam air limbah hasil usaha cuci pakaian (*laundry*).

Penjernihan air secara koagulasi-flokulasi umumnya menggunakan koagulan garam aluminium (Bratby dalam Rahman, 2014). Namun, karena alasan terkait lingkungan maka banyak pihak yang meragukan penggunaan koagulan alum itu (Letterman dalam Rahman, 2014). Alternatif lainnya seperti garam besi dan polimer sintetik sesungguhnya mulai populer, namun aplikasinya masih tersandung faktor harga dan masalah lingkungan yang mungkin ditimbulkannya. Biokoagulan dinyatakan memiliki masa depan cerah dan menarik minat banyak peneliti karena jumlahnya yang melimpah, harganya yang rendah, ramah lingkungan, multifungsi, dan sifatnya yang *biodegradable* (Madhavi, 2013).

Pemilihan koagulan dari cangkang udang adalah berdasarkan kandungan protein di dalamnya,

secara umum kulit udang mengandung protein 25-40%, kalsium karbonat 45-50% dan kitin 15-20%, namun besarnya kandungan tersebut masih tergantung pada jenis udang dan tempat hidupnya (Hamsina, et al, 2002).

2. Metode Penelitian

Tabel 1 Tujuan Operasional Penelitian

No.	Tujuan Penelitian	Data yang Dibutuhkan
1.	Mendeskripsikan hubungan antara dosis koagulan cangkang udang dengan penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan dan fosfat pada air limbah <i>Laundry</i> .	- Nilai efisiensi kinerja koagulan
2.	Menentukan dosis optimum dan efisiensi biokoagulan dalam penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan dan fosfat pada air limbah <i>Laundry</i> .	- Nilai awal pH, konsentrasi TSS, kekeruhan dan fosfat air limbah <i>laundry</i> - Baku mutu limbah <i>laundry</i> - Dosis koagulan dan prosedur <i>jar test</i> - Nilai akhir pH, konsentrasi TSS, kekeruhan dan fosfat air limbah <i>laundry</i>

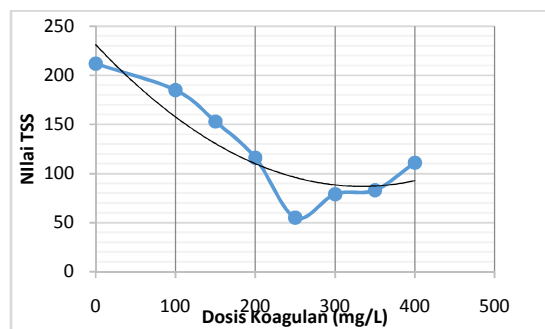
Penelitian ini secara garis besar meliputi lima tahapan. Tahapan pertama adalah persiapan bahan dan alat, mulai dari penyediaan bahan dan alat laboratorium, pembuatan koagulan dari tepung cangkang udang, dan pengumpulan sampel limbah *laundry*. Selanjutnya adalah tahap pengukuran konsentrasi awal untuk parameter TSS, kekeruhan dan fosfat pada sampel. Tahap yang ketiga adalah melaksanakan *jar test*, mengacu pada prosedur standar dan penelitian terdahulu, untuk menguji kinerja koagulan. Setelah proses *jar test* selesai, penelitian berlanjut ke tahapan keempat yakni pengukuran konsentrasi untuk mengetahui nilai TSS, kekeruhan dan fosfat setelah perlakuan. Pekerjaan di tahap kelima, menggunakan data-data hasil pengukuran tadi, adalah melakukan analisis dan pembahasan tentang kualitas sampel akibat modifikasi variabel bebas penelitian, yaitu dosis koagulan tepung cangkang udang.

3. Hasil dan Pembahasan

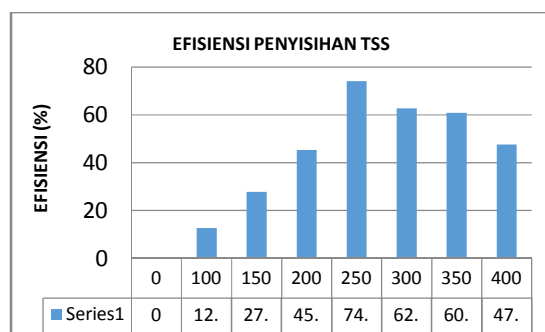
Desain pengujian dengan grup kontrol digunakan dalam penelitian ini untuk memeriksa perubahan pada konsentrasi TSS, kekeruhan dan fosfat

pada sampel limbah *laundry*, akibat pemberian berbagai variasi dosis koagulan. Grup eksperimen terdiri dari tujuh sampel air limbah *laundry* dengan volume masing-masing 1000 ml. Perlakuan pada grup eksperimen ini adalah penambahan koagulan cangkang udang ke sampel limbah tersebut. Ketujuh sampel dalam grup eksperimen mendapatkan dosis yang berbeda-beda, yaitu: 100 mg/L, 150 mg/L, 200 mg/L, 250 mg/L, 300 mg/L, 350 mg/L dan 400 mg/L. Grup kontrolnya adalah sampel limbah dengan volume 1000 ml, yang tidak menerima penambahan koagulan.

Selanjutnya kedua grup ini, eksperimen dan kontrol, pada waktu yang sama akan melalui prosedur *jar test* yang telah ditetapkan untuk mensimulasikan proses koagulasi-flokulasi. Pengadukan cepat akan berlangsung selama 2 menit pada 150 rpm. Pengadukan lambat akan berlangsung selama 15 menit pada 60 rpm, yang akhirnya diikuti oleh sedimentasi selama 30 menit.



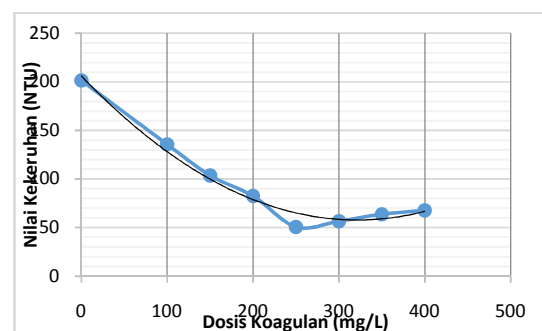
Gambar 1 Grafik Hubungan Dosis Dengan Konsentrasi TSS



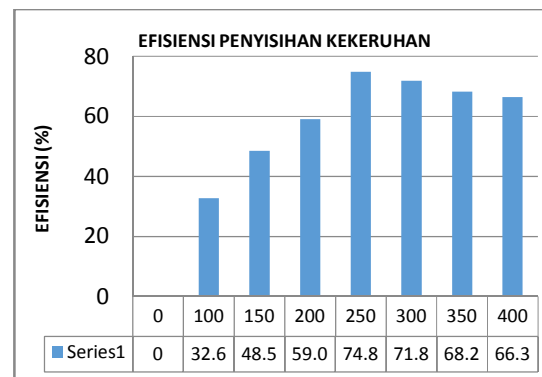
Gambar 2 Grafik Efisiensi Penyisihan TSS

Seiring diberikannya dosis biokoagulan semakin besar, maka penurunan koonsentrasi TSS semakin besar juga, hal ini dikarenakan pemberian koagulan pada dosis yang optimal membantu mengikat partikel yang tersuspensi lalu membuat partikel-partikel halus tersuspensi tersebut yang pada kondisi awal bersifat stabil menjadi tidak stabil muatannya sehingga gaya tarik-menarik menjadi terendapkan membentuk flok. Gaya tarik menarik ini terjadi karena penetralan muatan listrik partikel koloid akibat penambahan koagulan karena koagulan tersebut memberi ion positif ke dalam limbah cair sehingga konsentrasi TSS menurun.

Dosis koagulan yang optimal untuk menurunkan konsentrasi TSS adalah pada dosis 250 mg/L. Pada dosis ini dapat menurunkan konsentrasi menjadi 55 mg/L dari nilai awal TSS 212 mg/L. Nilai efisiensi untuk penurunan TSS adalah sebesar 74,06% hal ini dikarenakan koloid (muatan negatif) akan tertarik pada muatan positif dari biokoagulan sehingga seluruh koloid dapat terikat dan bergabung menjadi flok yang lebih besar dan dapat mengendap dengan cepat. Namun apabila dosis yang diberikan tidak tepat, maka terjadi kelebihan muatan positif sehingga koloid tidak dapat bergabung membentuk flok. Oleh karena itu, dibutuhkan dosis biokoagulan yang tepat sehingga mendapatkan penyisihan konsentrasi yang maksimal.



Gambar 3 Grafik Hubungan Dosis Dengan Kekeruhan

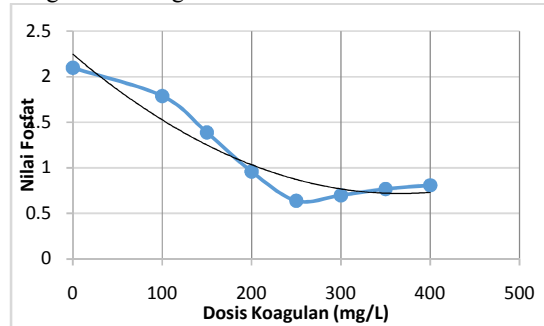


Gambar 4 Grafik Efisiensi Penyisihan Kekeruhan

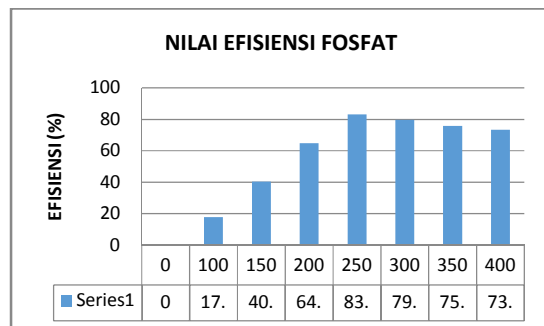
Dosis koagulan yang optimal berperan penting dalam penyisihan kekeruhan. Dosis koagulan yang optimal untuk menurunkan konsentrasi kekeruhan adalah pada dosis 250 mg/L. Pada dosis koagulan ini dapat menurunkan konsentrasi menjadi 50.76 NTU dari nilai awal kekeruhan 201,54 NTU.

Menurunnya konsentrasi kekeruhan karena faktor dosis ini terjadi karena dosis 250 mg/L merupakan dosis optimum. Dosis yang terlalu sedikit tidak secara maksimal dapat mengikat koloid, dan apabila dosis yang diberikan berlebihan akan mengakibatkan restabilisasi partikel koloid. Restabilisasi pada umumnya diiringi oleh pembalikan partikel koloid dari negatif menjadi positif akibat penyerapan dari dosis yang berlebih (Akhtar dkk, 1997).

Pemberian koagulan pada dosis yang optimal ini membantu mengikat bahan pencemar lalu partikel-partikel halus yang tadinya bersifat stabil menjadi tidak stabil muatannya sehingga terjadi gaya tarik-menarik menjadi terendapan membentuk flok. Penurunan kekeruhan pada pemberian dosis koagulan 250 mg/L sebesar 74.81%



Gambar 5 Grafik Hubungan Dosis Dengan Konsentrasi Fosfat



Gambar 6 Grafik Efisiensi Fosfat

Dosis koagulan yang optimum berperan penting dalam penyisihan fosfat, dan senyawa organik. Dosis koagulan yang tepat untuk menurunkan konsentrasi fosfat adalah pada dosis 250 mg/L. Pada dosis koagulan ini dapat menurunkan konsentrasi menjadi 1,179 mg/L menjadi 0.348 mg/L. Konsentrasi fosfat pada pemberian koagulan dengan dosis 250 mg/L ini merupakan hasil terbaik dengan kecepatan pengadukan 150 rpm.

Menurunnya konsentrasi fosfat karena dosis ini terjadi karena dosis 250 mg/L merupakan dosis optimal. Dosis yang terlalu sedikit tidak secara maksimal dapat mengikat partikel koloid, dan apabila dosis yang diberikan berlebihan akan mengakibatkan restabilisasi koloid. Pemberian koagulan pada dosis yang optimal ini membantu mengikat bahan pencemar lalu membuat partikel-partikel halus yang

tadinya bersifat stabil menjadi tidak stabil. maka dosis optimum untuk konsentrasi fosfat yaitu pada dosis konsentrasi 250 mg/l dengan nilai efisiensi sebesar 83.1%.

Berdasarkan pembahasan tentang dosis optimum dan efisiensi koagulan cangkang udang, serta hubungannya dengan penurunan TSS, kekeruhan dan fosfat pada air limbah *laundry*, maka sebenarnya faktor dosis sangat berperan dalam tercapainya koagulasi-flokulasi yang baik. Variasi dosis yang diberikan terhadap sampel mampu menurunkan nilai TSS, kekeruhan dan fosfat. Agar simulasi koagulasi-flokulasi tersebut bisa berjalan maksimal, maka koagulan yang diberikan harus pada dosis optimum, yaitu dosis yang memberikan efisiensi tertinggi untuk menurunkan nilai TSS, kekeruhan dan fosfat.

Dosis terbaik koagulan cangkang udang untuk mengolah limbah *laundry* adalah pada 250 mg/l untuk setiap 1000 ml air limbah, yang menghasilkan efisiensi *removal* 74.1% untuk TSS, 74.8% untuk kekeruhan dan 83.1% untuk fosfat. Variabel selain dosis, misalnya kecepatan pengadukan dan karakteristik koagulan, memiliki kemungkinan untuk menciptakan koagulasi dan flokulasi yang maksimal dalam pengolahan limbah *laundry*.

koagulasi karena dengan meningkatnya dosis, maka jumlah partikel adsorben turut meningkat sehingga akan terdapat potensi adsorpsi yang lebih besar (Deepthi, 2015).

Zat-zat pencemar dalam limbah cair umumnya memiliki muatan negatif sehingga polielektrolit bermuatan positif, seperti tepung cangkang udang, adalah koagulan yang efektif. Interaksi elektrostatis menghasilkan adsorpsi yang kuat dan netralisasi pada permukaan partikel. Hal inilah yang memungkinkan terjadinya koagulasi-flokulasi sebagai hasil penggunaan biokoagulan yang berciri polielektrolit (Bolto, 2007).

Penelitian ini berhasil sampai pada evaluasi potensi koagulan alami dari tepung cangkang udang untuk mengolah limbah *laundry*. Namun, ke depannya memang sangat penting untuk melakukan perbandingan antara efisiensi dari biokoagulan dengan koagulan kimia komersial yang umum digunakan. Keunggulan dari koagulan alami berasal dari kelemahan yang dimiliki oleh koagulan kimia komersial pada sisi biaya dan ketersediaannya. Terlebih, penelitian terbaru menunjukkan adanya peningkatan risiko kesehatan seperti penyakit Alzheimers dan neurodegeneratif, akibat meminum air yang mengandung residu aluminium hasil penggunaan koagulan alum (Garcia-Fayos dalam Rahman, 2014). Koagulan kimia juga menimbulkan lumpur dalam volume besar dan bersifat *nonbiodegradable*, hasil dari residu alum sulfat yang akan memerlukan fasilitas pengolahan berikutnya untuk mencegah kontaminasi lebih lanjut terhadap lingkungan (Alo dalam Rahman, 2014).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penggunaan cangkang udang sebagai biokoagulan untuk menurunkan kadar TSS, kekeruhan dan fosfat pada limbah *Laundry* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hubungan antara dosis koagulan cangkang udang dengan penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan dan fosfat sangat krusial untuk menurunkan penurunan kadar pencemar. Dengan dosis koagulan yang tepat mampu mengurangi partikel koloid pada air. Penentuan dosis dapat digunakan untuk membantu menentukan dosis optimal koagulan tertentu yang sesuai dengan jenis dan kondisi air.
2. Berdasarkan hasil penelitian, besar penurunan konsentrasi biokoagulan dalam penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan dan fosfat untuk mendapat nilai optimum terdapat pada dosis konsentrasi 250 mg/L untuk semua parameter dengan besar nilai efisiensi yang beragam untuk setiap parameter.

5. Saran

Kitosan cangkang udang ini sangat efektif dalam penurunan komposisi limbah cair maka perlu dilakukan pengujian terhadap berbagai variabel lainnya baik dosis koagulan, kecepatan pengadukan, maupun bahan kitosan yang digunakan dan bisa diterapkan dengan baik untuk menurunkan pencemaran pada air limbah sehingga baik untuk lingkungan.

Daftar Pustaka

- Adillah, K. W. 2012. *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Pupuk Kaltim Prima Sangatta*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga
- Bolto, B. dan John Gregory. 2007. *Organic Polyelectrolytes in Water Treatment*. Water Research Vol. 41 No. 11
- Deepthi, P., et al. 2015. *Application of Natural Adsorbents for Wastewater Treatment*. International Journal of Research Vol. 2 No. 7
- Dessy, I. R. 2008. *Penurunan Kandungan Phosphate pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian (Laundry) Menggunakan Karbon Aktif dari Sampah Plastik dengan Metode Batch dan Kontinyu*. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- Hendrawati, dkk. 2013. *Penggunaan Cangkang udang (Tamarindus indica) dan Biji Kecipir (Psophocarpus tetragonolobus) sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah*. Prosiding Semirata Universitas Lampung
- Madhavi, T. P. dan R. Rajkumar. 2013. *Utilisation of Natural Coagulant for Reduction of Turbidity from Wastewater*. International Journal of ChemTech Research Vol. 5 No. 3
- Rahman, M. M., et al. 2014. *Removal of Turbidity from the River Water using Tamarindus indica and Litchi chinensis Seeds as Natural Coagulant*. International Journal of Environmental Protection and Policy, Special Issue: Nanomaterials and its applications, Vol. 2 No. 6-2
- Rosariawari, F. 2010. *Efektifitas Multivalen Metal Ions dalam Penurunan Kadar Phosphate sebagai Bahan Pembentuk Deterjen*. Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UPN Veteran Jawa Timur